CONTAMINAÇÃO NO SOLO POR CHUMBO E O RISCO PARA A POPULAÇÃO NA REGIÃO DO COMPLEXO DE MANGUINHOS - FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ E COMUNIDADE PARQUE JOÃO GOULARD (RJ)

Gabriella Esteves CABRAL[1]
Débora dos Santos ALVARENGA[2]
Luana Graça NEVES[3]
Rita C. O. C. MATTOS[4]
Luiz Carlos BERTOLINO[5]

RESUMO

O chumbo é um dos metais pesados mais estudados, cuja toxicidade é reconhecida há muitos séculos e o mais abundante de sua classe na crosta terrestre. Sua toxicidade está relacionada principalmente aos sistemas nervoso e hematopoiético podendo ocorrer efeitos renais, cardiovasculares e na reprodução. Crianças representam uma população suscetível à exposição ao chumbo, pois possuem hábitos que aumentam a ingestão de particulados e poeiras, podendo interferir no crescimento e no comportamento destas. Através do levantamento realizado pelo Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana/FIOCRUZ, inserido no Projeto "Avaliação da exposição ao chumbo em crianças de 0 a 14 anos e gestantes residentes em comunidades no Complexo de Manguinhos no município do RJ", foram encontrados valores de chumbo no sangue (Pb-S), em uma amostra populacional, acima do tolerável para crianças (até 7,9ug/dl), correspondendo a 20,83% desta população. Inicialmente, foram determinados os teores de chumbo no ar, na poeira doméstica e na água coletada nas residências, porém os níveis encontrados são menores que os valores estabelecidos pela EPA. Através deste estudo busca-se verificar as propriedades físicas do solo, o grau de concentração e disponibilidade do chumbo com a finalidade de entender a fonte de contaminação. O estudo está sendo desenvolvido na comunidade Parque João Goulard e no entorno da Fundação Oswaldo Cruz, as duas áreas estão inseridas no Complexo de Manguinhos. A região apresenta baixa qualidade de vida e alto índice de poluição atmosférica, sendo a qualidade do ar prejudicada pela proximidade da Refinaria de Manguinhos, Estação de Transferência de lixo do Caju, além de outras indústrias. No Parque João Goulard, o abastecimento de água é feito pela rede pública, sendo que 55,3% das casas não possuem tratamento intradomiciliar. Quanto ao destino do esgoto, 67,4% das casas não estão ligadas a rede geral, porém, 32,6% são despejados a céu aberto. Já a área da FIOCRUZ corresponde a um centro de pesquisa referente à saúde e foi escolhida pela proximidade do Parque João Goulard. Para determinar as possíveis fontes do metal foram escolhidos sete pontos para amostragem e coletadas 34 amostras de solos, através do anel de Kopeck, nas profundidades de 0-5 e 10-15 cm. No Laboratório de Geociências da FFP/UERJ foram determinadas a porosidade total, macroporosidade, microporosidade e densidade aparente do solo, a partir do método da mesa de tensão. As determinações dos teores de chumbo no solo estão sendo realizadas por Espectrometria de Absorção Atômica no CESTH/FIOCRUZ. A granulometria e a textura do solo foram analisadas segundo o Método da Pipeta. Os solos foram classificados como de franco arenoso (12), textura franco (4) e um no limite entre franco e franco arenoso. Em relação à porosidade total, os maiores valores foram encontrados na porção superficial. A

[1] Graduanda em Geografia- UERJ/FFP; Bolsista do CESTEH/FIOCRUZ.
[2] Graduanda em Geografia- UERJ/FFP.
[3] Graduanda em Geografia- UERJ/FFP.
[4] Tecnologista Sênior do CESTEH/ENSP/FIOCRUZ.
[5] Professor Adjunto do Departamento de Geografia da UERJ/FFP.

macroporosidade também apresentou valores mais altos na parte superficial ao contrário da microporosidade que apresenta maior proporção em seção subsuperficial. Estão sendo realizadas novas coletas de solos na região e as mesmas serão analisadas. Os resultados deste estudo contribuirão para melhor avaliar o risco da população a exposição ao chumbo e para o desenvolvimento de ações de Saúde Pública.

INTRODUÇÃO

Os metais pesados são resíduos que causam danos para o meio ambiente e para a saúde humana. Uma das características mais significantes desses metais é o fato de serem não-degradável, ou seja, tem um efeito acumulativo nos componentes do ambiente, por isso, as contaminações do solo, do ar e das águas, acontecem quando tal metal se encontra em alta concentração, podendo constituir-se em uma ameaça a qualidade de vida. A existência de compostos de metais pesados na natureza pode se dar de maneira natural ou através de atividades antropogênicas.

A contaminação por metais pesados pode gerar ao homem problemas sérios de saúde, tais como, disfunções no sistema digestivo e reprodutor e pressão arterial elevada. Provoca alterações no sangue e na urina, ocasionando doenças graves e em alguns casos, invalidez total e irreversível. Ocasiona problemas respiratórios e provoca alterações renais e neurológicas. As principais alterações são no desenvolvimento cerebral das crianças (Greenpeace, 2003).

Um dos metais pesados mais abundante na crosta terrestre é o chumbo, sendo inúmeras as atividades industriais que podem ocasionar a contaminação ambiental por este metal. O solo é um componente vital do meio ambiente, e é através dele que uma parte da contaminação chega ao homem.

Através do levantamento realizado pelo Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana/FIOCRUZ, inserido no Projeto “Avaliação da exposição ao chumbo em crianças de 0 a 14 anos e gestantes residentes em comunidades no Complexo de Manguinhos no município do RJ”, foram encontrados valores de chumbo no sangue (Pb-S), em uma amostra populacional, acima do tolerável para crianças (até 7,9ug/dl), correspondendo a 20,83% desta população. Inicialmente, foram determinados os teores de chumbo no ar, na poeira doméstica e na água coletada nas residências, porém os níveis encontrados são menores que os valores estabelecidos pela EPA. Através deste estudo busca-se verificar as propriedades físicas do solo, o grau de concentração e disponibilidade do chumbo com a finalidade de entender a fonte de contaminação.

Este estudo está sendo realizado em comunidades situadas no Complexo de Manguinhos (Figura 1), localizado na bacia hidrográfica da Baia de Guanabara, na Baixada de Inhaúma, zona norte do Município do Rio de Janeiro. Esta região é considerada, segundo registro de situação ambiental no município, como de alto índice de poluição atmosférica, sendo a qualidade do ar ainda mais prejudicada pela proximidade da Refinaria de Manguinhos, Estação de Transferência de Lixo do Caju, além de várias outras indústrias e ausência de área verde.

O Complexo de Manguinhos é formado por onze comunidades, em que suas lideranças apontam como principais problemas, uma rede de esgoto insuficiente ou inexistente, a dificuldade de acesso aos serviços de saúde e o alto índice de desemprego. Nestas comunidades, identificaram-se também situações de possível exposição ambiental ao chumbo, tais como: presença de oficinas mecânicas, serralherias, soldagem e gráficas. As áreas analisadas foram o entorno da Fundação Oswaldo Cruz e o Parque João Goulart, local em que se encontra instituída a **Estratégia de Saúde Familiar (ESF)**, onde a população destas comunidades é atendida, funcionando como modelo de atendimento básico em área urbana através de ações de seus agentes de saúde. A comunidade Parque João Goulart se situa ao longo da estrada de ferro da Leopoldina sendo cortada pelos rios

Faria-Timbó e Jacaré. Apresenta topografia plana, sendo 96,2% das casas de alvenaria. O abastecimento da água é feito pela rede pública, sendo que 55,3% não têm tratamento intradomiciliar. Quanto ao destino do esgoto, 67,4% das casas estão ligadas à rede geral, porém 32,6% são jogados a céu aberto.

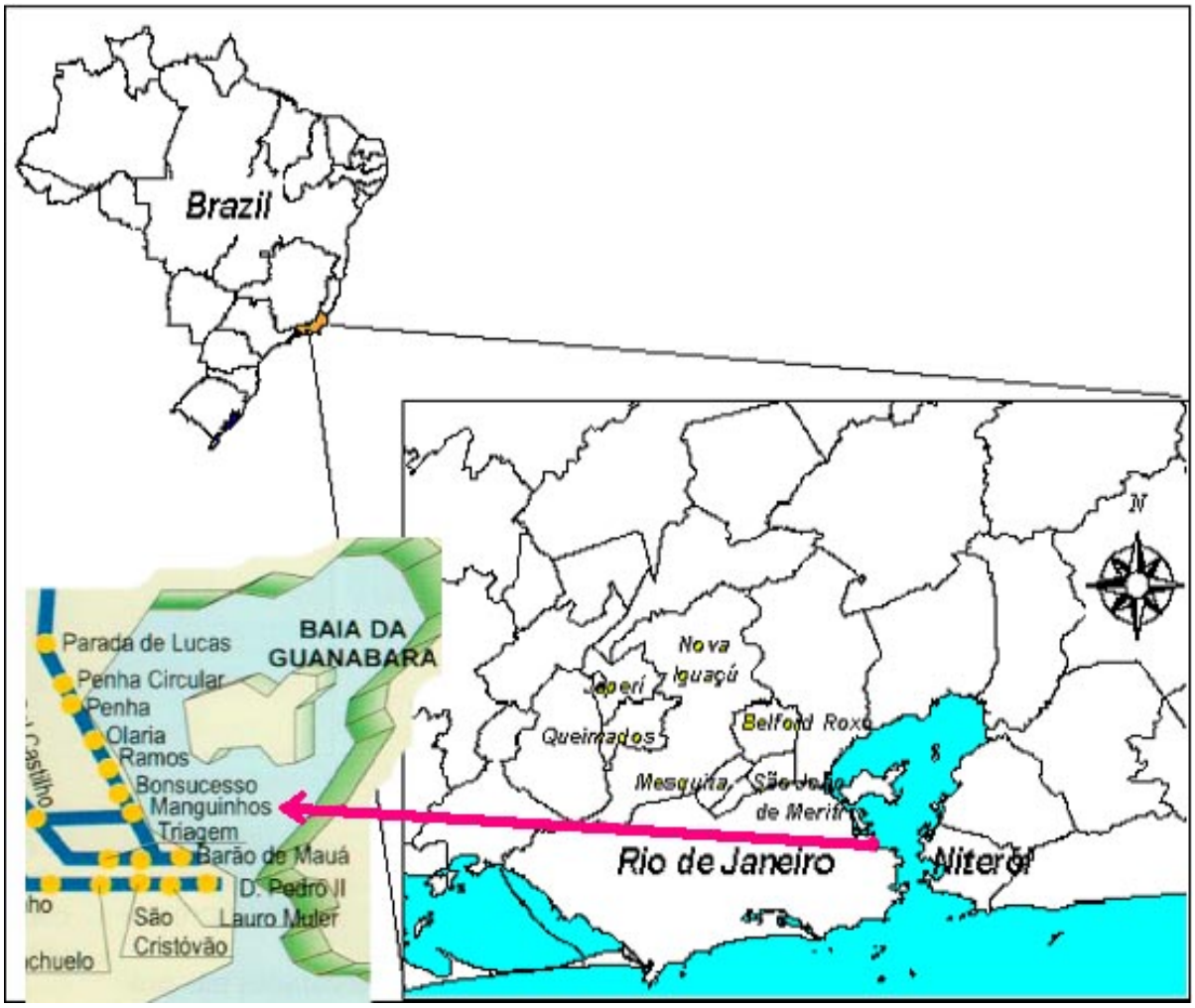

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.

MÉTODOS e TÉCNICAS

O protocolo de amostragem do material ambiental e a escolha dos pontos de amostragem para coleta do ar foram elaborados anteriormente. Em estudo preliminar, foram avaliadas as concentrações dos metais Mn, Zn, Cu, Cd e Pb em partículas totais em suspensão no ar atmosférico da região. Para a realização deste estudo e em todas as coletas foram utilizados amostradores de médio volume ($20L.min^{-1}$), filtro de nitrocelulose em um período de 5 horas. Para a poeira doméstica, somente o metal Pb foi avaliado, utilizando-se uma placa de petri com filtro de nitrocelulose que foi colocada em um local de pouco acesso por um período de 15 dias. A água foi recolhida nas residências em frascos de plástico com 1ml de ácido nítrico a 10%.

Com o objetivo de avaliar a influência climática na quantificação das partículas de Pb totais em suspensão, também foram realizadas amostragens de ar e poeira no Parque João Goulard e no campus da Fiocruz.

Para avaliar a exposição ao chumbo nas crianças residentes nesta área foi utilizado o indicador de exposição biológico, a concentração de chumbo em sangue (Pb-S). Este parâmetro foi avaliado em 51 crianças, apresentando uma média de idade de 7,04 anos (mínimo 1 e máximo 14 anos), sendo 51% do sexo feminino.

Todas as crianças freqüentam escolas públicas de ensino fundamental. O abastecimento da água é feito pela rede pública possuindo encanamento de pvc, sendo que grande parte não têm tratamento intradomiciliar. As casas são de alvenaria sendo o lixo recolhido por garis, existindo na área uma cooperativa de reciclagem de materiais. Quanto ao destino do esgoto, as casas participantes estão ligadas à rede geral. A freqüência alimentar destas crianças revelou que nenhuma delas atingiu a recomendação diária aceitável (RDA) estabelecida pela OMS para os seguintes parâmetros: calorias, carboidratos, proteínas, vitamina D, cálcio, ferro e vitamina C.

Para a análise do solo foram coletadas 46 amostras indeformadas e 4 deformadas em duas profundidades diferentes (0-5 cm e de 10-15 cm) num total de sete pontos a fim de caracterizar suas propriedades físicas, como textura, porosidade, densidade e composição mineralógica, bem como avaliar a concentração de chumbo no mesmo.

Cinco pontos foram escolhidos dentro do campus da FioCruz, sendo o ponto A na Portaria 2 da Avenida Brasil, do lado de dentro; o ponto B no Centro de pesquisa dos Macacos; o ponto C na Portaria da ENSP; ponto D na Portaria 2 da Avenida Brasil, do lado de fora; e ponto E no estacionamento do CESTEH. Os outros dois pontos foram escolhidos na Comunidade Parque João Goulard, sendo o ponto F no campo de Futebol; e o ponto G no Lixão.

Nos pontos A, B e C foram coletadas três amostras indeformadas nas profundidades anteriormente mencionadas. Nos pontos D, E e F foram coletadas quatro amostras indeformadas nas duas profundidades, tendo sido coletadas outras duas amostras deformadas no ponto F, sendo uma fora e outra dentro do campo de futebol. No ponto G foram coletadas quatro amostras indeformadas e duas deformadas somente na profundidade de 0-5cm.

A porosidade do solo corresponde aos espaços preenchidos por água e ar, cujo tamanho é conseqüente da arrumação das partículas sólidas, que está intimamente relacionada à textura. Foram analisadas a porosidade total, macroporosidade e microporosidade. Para tal análise é necessário que as amostras mantenham sua estrutura original, para isto é utilizado o método do anel volumétrico.

A amostra é coletada no interior do anel de Kopeck, com o auxílio do trado, e depois posta para saturar, uma vez que a porosidade é quantificada através da perda da água dessa amostra. Depois de saturadas, são levadas à mesa de tensão, onde foi exercida sobre as amostras uma sucção equivalente a uma coluna de água de 60cm (Oliveira e Paula, 1983, Paula e Oliveira, 1984 e EMBRAPA, 1997). Em seguida, foram feitas pesagens diárias de todas as amostras até que seu peso se estabilizasse. Neste procedimento tem-se a quantidade de macroporos, já que é mais fácil a retirada de água neles contida. Quando estabilizadas, são levadas à estufa a fim de que evapore toda a água contida nos microporos. Por fim as amostras são pesadas.

A quantificação da porosidade total é obtida através do volume de água perdido, por meio da seguinte fórmula: Porosidade= (Peso Saturado – Peso Seco) x 100 / Volume total. Já a densidade aparente foi determinada através do método do anel volumétrico (EMBRAPA, 1997).

A textura do solo diz respeito ao tamanho das partículas que o compõe, denominados frações granulométricas e podendo ser classificadas em argila (menor 0,002mm), silte (0,002 a 0,02mm), areia fina (0,02 a 0,2mm), areia grossa (0,2 a 2mm) e cascalho (maior que 2mm). Essa análise de textura foi realizada, utilizando-se o método da pipetagem (EMBRAPA, 1997), em todas as amostras coletadas, que foram inicialmente expostas ao ar por uma semana para secagem.

Após esse período, cada amostra coletada foi colocada sobre um manto de borracha e em seguida destorroada com auxilio de um rolo de madeira, sob leve pressão. Em seguida foi

peneirada em malha de 2mm, na qual o cascalho ficou retido. Este foi lavado e posto na estufa, sendo pesado após seco.

Da amostra peneirada, denominada Terra Fina Seca ao Ar (TFSA), são retiradas 20grs, à qual é acrescentada 100ml de água deionizada e 10ml de hidróxido de sódio, gerando uma solução que foi misturada e posta em descaso por 24 horas.

Após essa etapa, foi acrescentada mais água deionizada à esta solução, colocada no agitador por cerca de 10 minutos e novamente peneirada (0,053mm). Neste processo foi retida a fração areia, que foi lavada e colocada na estufa.

Depois de seca foi novamente peneirada em malha de 0,2 mm. O material retido na peneira foi à fração areia grossa, e o que passou pela peneira constitui-se areia fina. Ambos foram posteriormente pesados.

A solução restante do processo de peneiramento que separou a fração areia total foi colocada numa proveta e acrescida de água deionizada ate que um litro fosse completado. A proveta foi tampada com intuito de evitar evaporação e posta em descanso por 24 horas.

Passado esse tempo, esta solução foi mexida por cerca de 2 minutos e a temperatura foi medida a fim de determinar o tempo de descaso necessário para a pipetagem. Ao fim do descanso, foi pipetado 20ml, que posto em um Becker, foi levado à estufa durante 24 horas. Após seco, houve a pesagem para se obter o valor referente à argila. O valor do silte foi retirado pelo cálculo da diferença entre os valores verificados nas outras frações.

Estes pesos foram utilizados para o cálculo das porcentagens, através do uso das seguintes fórmulas:

% argila = peso da argila – peso do dispersante x 100 x F;

% areia = peso da areia x 5 x F;

% silte = 100 – (% argila + % areia).

Para a análise química, avaliação da concentração do chumbo no solo, as amostras foram trituradas em moinhos de bolas e passado em peneira de aproximadamente 48 mesh. Em seguida foi adicionado 10 ml de HNO3 concentrado em 0,4g da amostra de solo, e colocada em bloco de aquecimento à 100°C durante 10 horas. Logo após filtrada em papel de filtro quantitativo e avolumado para balão volumétrico de 50 ml e lido por espectrometria de absorção eletrotérmica (Aanalyst 300 – Perkin Elmer).

RESULTADOS

As concentrações de metais em ar foram comparadas com valores medidos em áreas urbanas e alguns deles com valores recomendados pela EPA e OMS (Tabela 1).

Tabela 1 – Concentrações de metais obtidas (médias) e comparações com valores da cidade de La Plata, EPA e OMS.

Metais	Média (mg.m³)	La Plata, Argentina (mg,m³)	EPA (mg.m³)	OMS (mg.m³)
Cádmio	0,098	Não determinado	6,37	5
Chumbo	13	72	1500	500
Cobre	171	8,9	-	-
Manganês	130	7,4	500	150
Zinco	94	20	-	-

Neste estudo preliminar, o limite estabelecido pela EPA e OMS para Mn, Cd e Pb no ar não foi excedido. Os metais Mn, Cd e Pb encontram-se na faixa de 0– 0,06, sugerindo que a fonte destes metais é de origem natural.

De acordo com os resultados obtidos, a concentração de chumbo no ar atmosférico é insignificante, pois é menor que o valor estabelecido como limite pela EPA (Enviromental Protection Agency) de 1,5$\mu g.m^{-3}$.

Com relação a poeira doméstica e água coletada nas residências, os valores encontrados não ultrapassam os limites estabelecidos (poeira 1500 $\mu g.m^{-2}$, Charnev e EPA). Os resultados encontrados no campus da FioCruz e na comunidade Parque João Goulard estão apresentados nas tabelas 2 e 3.

Os resultados globais revelam que os indicadores biológicos de exposição ao chumbo apresentam níveis acima dos valores de referência utilizados. Os parâmetros hematológicos mostram que algumas crianças apresentam distúrbios que devem ser investigados com mais profundidade.

Tabela 2: Níveis de Chumbo na amostragem de ar no Parque João Goulard e na região próxima da Fiocruz.

Parque João Goulard		Beira Rio	
Data	Pb – Ar (µg/m³)	Data	Pb – Ar (µg/m³)
26/08/04	0,1113 ± 0,038	07/04/04	0,09 ± 0,0189
09/09/04	0,1364 ± 0,06	12/05/04	0,0843 ± 0,0160
23/09/04	0,1247 ± 0,091	09/06/04	0,1145 ± 0,0268

Tabela 3: Valores da Amostragem de Poeira e Água

	Poeira (µg/m³)
Portaria ENSP	48,938 ± 38,5833
Portaria 2 da Av. Brasil	241,688 ± 37,634

Segundo Resende (1995), nos solos classificados como franco a fração argila ocorre em menor quantidade, cerca de 20%, enquanto areia e silte correspondem a cerca de 40% cada. Isto porque a argila tem um papel físico-químico muito mais pronunciado do que aquele de outras frações. As variações nesta proporção levam às classificações decorrentes do franco, como franco arenoso ou franco-argiloso, entre outros.

As análises das amostras do ponto A demonstraram certa homogeneidade, com predominância da fração areia nas duas profundidades, tendo as frações silte e argila apresentado uma diminuição em profundidade. Todas as amostras deste ponto foram texturalmente classificadas como franco arenosa.

No ponto B, as amostras analisadas também apresentam predominância da fração areia, porém com maior quantidade da fração argila em comparação ao ponto A. Este ponto apresenta a característica textural de franco e franco arenoso, em sua maioria.

As amostras coletadas no ponto C tiveram sua textura classificada como franco, com exceção de duas amostras, já que as frações silte e argila apresentaram maior porcentagem. A textura exerce grande influência sobre a porosidade no solo, uma vez que a quantidade de macroporos está relacionada à uma textura arenosa, ocasionando maior infiltração de água, enquanto que os microporos estão associados a texturas mais finas, como argilosa, retendo mais água.

Os resultados de porosidade total demonstram que os valores médios tendem a diminuir com a profundidade. Das amostras coletadas a maior porosidade total encontrada em superfície foi de 48%, no ponto C, e a menor de 45%, no ponto B. Já em subsuperfície, a

maior porosidade total encontrada foi de 43%, no ponto C, e a menor de 35%, nos pontos A e B.

Com relação à macroporosidade, há uma tendência de diminuição dos percentuais nas amostras coletadas em subsuperfície. O maior valor encontrado em superfície foi de 28%, no ponto C, e o menor foi de 20%,no ponto A. Em subsuperfície, a maior macroporosidade encontrada foi de 24%, no ponto C, e a menor foi de 14%, nos pontos A e B.

A microporosidade apresenta uma maior variabilidade em relação à macroporosidade e à porosidade total, tendo em algumas amostras uma diminuição em subsuperfície e apresentando duas amostras estáveis.

A maior microporosidade encontrada, em superfície, foi de 24%, no ponto A, e a menor foi de 19%, no ponto C. Nas amostras subsuperficiais, o maior valor encontrado foi de 22%, no ponto C, e o menor de 16%, no ponto B.

A densidade aparente, que varia de acordo com a quantidade de poros existentes no solo, tende a aumentar com a profundidade devido à compactação das camadas inferiores do solo. Nas análises realizadas, a maior densidade encontrada em superfície corresponde à 1,87, no ponto B, e a menor foi de 1,06, no ponto C. Já em subsuperfície, o maior valor encontrado foi de 2,28, no ponto B, e a menor foi de 1,29, no ponto C. Nas figuras 2 e 3 estão apresentadas as médias dos resultados das texturas dos pontos A, B e C. Os resultados das análises físicas do solo dos demais pontos (D, E, F e G), referentes ao Campus da FioCruz e da Comunidade Parque João Goulard não estão presentes neste trabalho, pois ainda estão em análise.

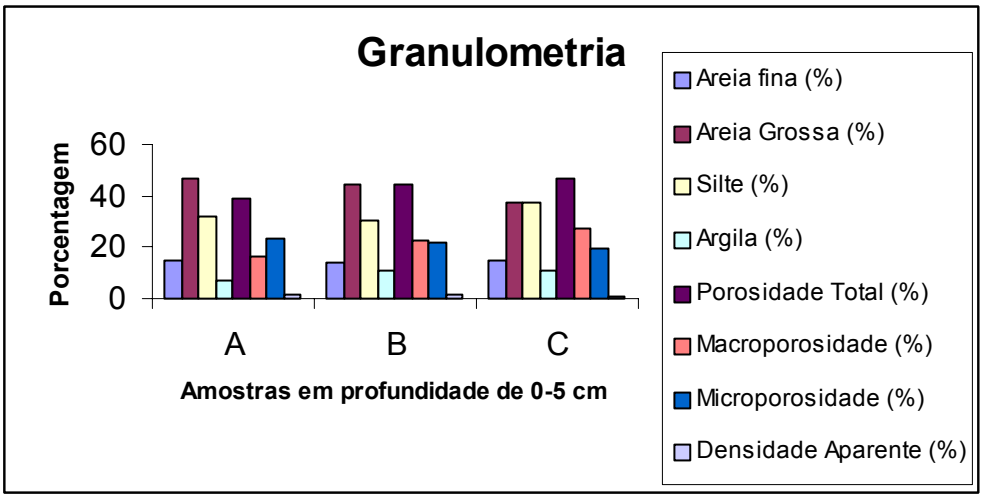

Figura 2: Gráfico de Granulometria em profundidade de 0-5 cm, nos pontos A, B e C.

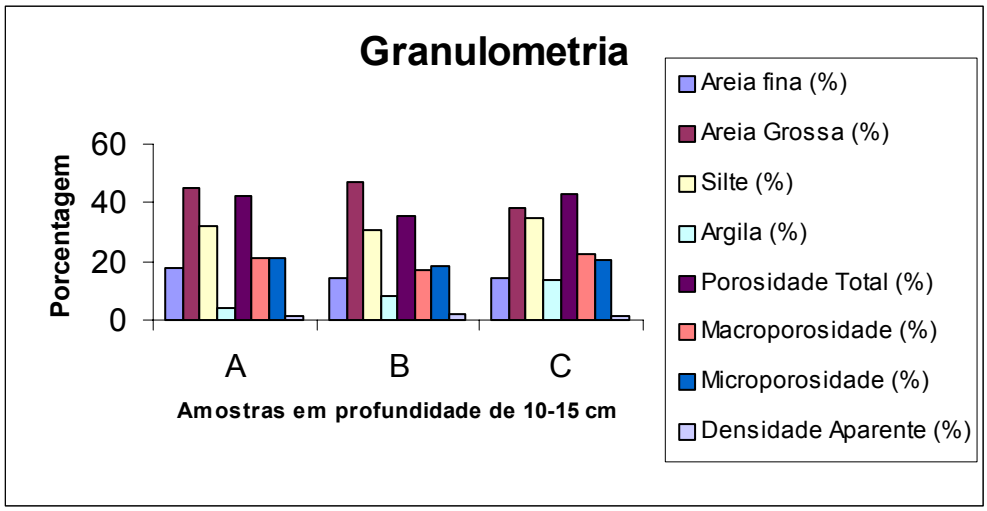

Figura 3: Gráfico de Granulometria em profundidade de 10-15 cm, nos pontos A, B e C.

Os resultados de chumbo encontrados nos solos (tabela 4 e figura 4) analisados estão dentro do padrão estabelecido pela EPA, cujo limite é de 400 mg/kg de chumbo em solos residenciais como valor de proteção à saúde pública.

Os solos não contaminados apresentam concentrações menores que 50 ppm, mas solos de áreas urbanas podem exceder 200 ppm, segundo a Academia Americana de Pediatria, 1993. Áreas contaminadas por indústria ou minas, por exemplo, pode conter níveis ainda mais elevados. A seleção do nível de chumbo no solo representa uma estimativa de conservação para solos residenciais de proteção à saúde pública baseado na análise de ingestão direta de terra por crianças. Esse valor é apenas para orientação e não é padrão.

De acordo com o parâmetro de orientação estabelecido pela Academia Americana de Pediatria, três amostras analisadas apresentam concentração de chumbo acima do referido, com 218,4 mg/kg, no ponto A; 238,2 mg/kg e 280,3 mg/kg, no ponto D.

Tabela 4: Concentração de Chumbo encontrado no solo

Anéis	Profundidade	Pontos	Concentração de Chumbo (mg/Kg)	Desvio Padrão Relativo
11	5 cm	A	218,4	25,2
31	15 cm	A	146,3	7,5
17	5 cm	B	27,4	1,3
20	15 cm	B	12,6	1,4
28	5 cm	C	42,6	0,4
19	15 cm	C	33,0	2,6
28	5 cm	D	238,2	15,7
10	15 cm	D	280,3	20,6
09	5 cm	E	58,9	0,94
17	15 cm	E	53,8	3,4

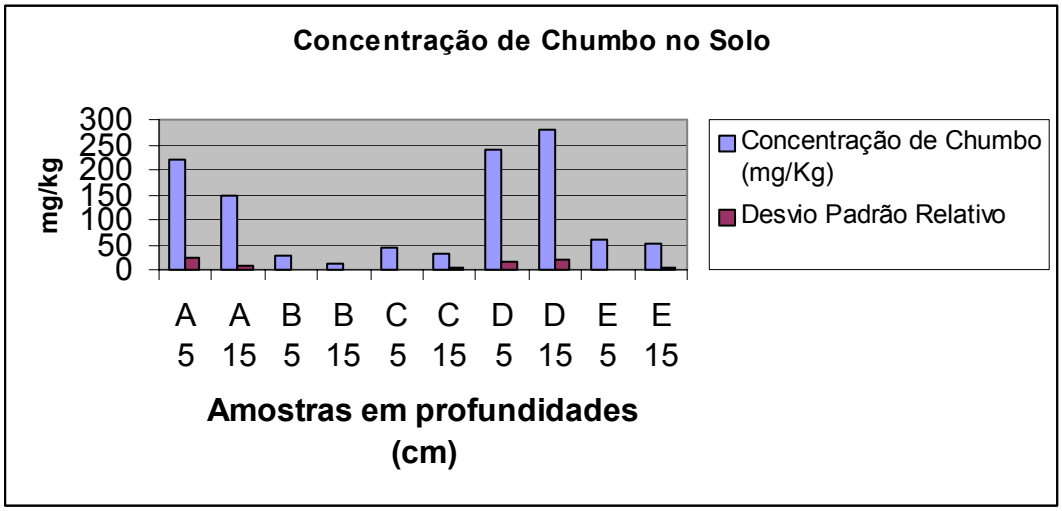

Figura 4: Gráfico de resultado da concentração de chumbo no solo.

REFERÊNCIAS

MATTOS, R. C. O. C. Relatório CGVAM/ Ministério da Saúde, 2005. Projeto "Avaliação da exposição ao chumbo em crianças de 0 a 14 anos e gestantes residentes em comunidades no Complexo de Manguinhos no município do RJ".

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Guidelines for Air Quality**. Geneva: WHO, 2000.

BERNARDES, J. A., FERREIRA, S. P. M. Meio ambiente. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Org.). **a questão ambiental: diferentes abordagens.**Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p.17-41.

BETTENCOURT, J. S., MORESCHI, J. B. Recursos Minerais. In: TEIXEIRA, W. et al (Org). **Decifrando a terra.** São Paulo**:** Oficina de Textos,2000. Reimpressão, 2001. p.445-467.

BRADY, N. C. Algumas propriedades físicas importantes dos solos minerais. In: BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. p. 42-82.

BRADY, N. C. Solos e poluição química. In: BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. p.750-789.

RESENDE, M., CURI, N., RESENDE, S. B., CORRÊA, G. F. Poluição ambiental. In: RESENDE, M., CURI, N., RESENDE, S. B., CORRÊA, G. F. **Pedologia base para distinção de ambientes**. 4 ed. Viçosa: NEPUT, 2002.

SILVA, A. S. Análise morfológica dos solos e erosão In: GUERRA, A. J. T,, SILVA, A. S., BOTELHO, R. G. M. (org). **Erosão e conservação dos solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 101-126.

TOLEDO, M. C. M., OLIVEIRA, S. M. B. MELFI, A. J. Intemperismo e Formação do Solo. In: TEIXEIRA, W. et al (Org). **Decifrando a terra.** São Paulo**:** Oficina de Textos,2000. Reimpressão, 2001. p. 139-157.